

Monograph

# Frecuencias Cardíacas Objetivo para el Desarrollo de la Aptitud Cardiorresporatoria

David P Swain<sup>1</sup>, Kimberly S Abernathy<sup>1</sup>, Carla S Smith<sup>1</sup>, Shirley J Lee<sup>1</sup> y Shelly A Bunn<sup>1</sup><sup>1</sup>Human Performance Laboratory, Marcschall University, Huntington, WV 25755-2450, Estados Unidos.

## RESUMEN

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda el uso del 40, 60, 80 y 85% del máximo consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.) como valores objetivo (*target values*) para en el desarrollo de prescripciones de ejercicio. Además, el ACSM establece que valores correspondientes al 55, 70, 85 y 90% de la frecuencia cardíaca máxima (HR máx.) pueden ser usados como índices de estos respectivos valores de  $\% \text{VO}_2$  máx. para las poblaciones generales. El presente estudio evaluó la relación entre  $\% \text{HR}$  máx. y  $\% \text{VO}_2$  máx. en adultos jóvenes, aparentemente sanos. Ochenta y un hombres y 81 mujeres de entre 18 y 34 años participaron en un test incremental de ejercicio hasta el agotamiento. Fueron realizadas regresiones lineales de  $\% \text{HR}$  máx. y  $\% \text{VO}_2$  máx. para cada sujeto. A partir de estas regresiones, fueron calculados valores objetivo de  $\% \text{HR}$  máx. para cada individuo. Los porcentajes promedio de HR máx. y  $\text{VO}_2$  máx. fueron 63, 76, 89, 92% y 40, 60, 80 y 85%, respectivamente. En todos estos valores de  $\% \text{VO}_2$  máx., los valores obtenidos de  $\% \text{HR}$  máx. fueron significativamente mayores ( $p < 0,001$ ) que los valores usados por el ACSM. La aptitud física de los sujetos afectó a estos resultados, particularmente entre los hombres. Los hombres con altos niveles de aptitud física promediaron un 2% más en el  $\% \text{HR}$  máx. que los hombres con bajos niveles de aptitud física para cualquier valor de  $\% \text{VO}_2$  máx.

**Palabras Clave:** frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, aptitud física, prescripción del ejercicio

## INTRODUCCION

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda que los individuos realicen ejercicios aeróbicos regulares para el desarrollo de la aptitud física cardiorrespiratoria. Si el individuo es aparentemente sano, el nivel de intensidad recomendado está entre el 60 y 80% de su máximo consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.), mientras que los límites exteriores están entre 40-85% del  $\text{VO}_2$  máx. (1).

El ACSM sugiere que una forma práctica de valorar el nivel de intensidad del ejercicio es usar un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (HR máx.). De acuerdo al ACSM, el 55% de la HR máx. corresponde al 40% del  $\text{VO}_2$  máx., el 70% de la HR máx. corresponde al 60% del  $\text{VO}_2$  máx., el 85% de la HR máx. corresponde al 80% del  $\text{VO}_2$  máx., y el 90% de la HR máx. corresponde al 85% del  $\text{VO}_2$  máx. (1). Estos valores objetivo de % de la HR máx. están basados en una serie de estudios que determinaron ecuaciones de regresión de  $\% \text{HR}$  máx. vs.  $\% \text{VO}_2$  máx. (3-8, 10, 11). Por ejemplo, Hellerstein et al. (5) estudiaron pacientes cardíacos de sexo masculino y a sujetos sanos del mismo sexo y derivaron la ecuación:  $\% \text{VO}_2$  máx. =  $1,41 \cdot (\% \text{HR máx.}) - 42,0$ . Franklin et al. (4) estudiaron la relación en mujeres, y combinaron los datos de 8 estudios previamente publicados, realizados con hombres. Fueron obtenidas regresiones prácticamente idénticas para los dos

sexos, i.e.: % VO<sub>2</sub> máx. = 1,33.(% HR máx.) - 37,3.

Si, por ejemplo, valores correspondientes al 60, y 80% del VO<sub>2</sub> máx. son introducidos en las ecuaciones citadas arriba, los valores resultantes para el % HR máx., corresponden a aproximadamente 73 y 88%, respectivamente, valores que están cerca de los usados por el ACSM. Sin embargo, este método de derivar valores para % HR máx. es de algún modo defectuoso. Los estudios originales (a excepción de la ref. 6, un estudio de 14 pacientes cardíacos) usaron % HR máx. como la variable independiente en los análisis de regresión lineal. La proyección de un valor objetivo para el % HR máx. a un dado % VO<sub>2</sub> máx., requiere de este modo, la transposición de la ecuación. La transposición de una ecuación de regresión lineal no resulta en los mismos valores que aquellos que se obtendrían si la regresión hubiera sido realizada inicialmente con las variables dependiente (o criterio) e independiente (o de estimación) invertidas, i.e., una ecuación de regresión no debería ser usada para estimar la variable independiente.

Un problema separado, encontrado en todos los estudios previos, es que los datos de muchos individuos fueron combinados para producir una sola regresión para el grupo. Los valores objetivo de % HR máx. son entonces calculados a partir de una única fórmula regresión. Es más apropiado realizar una regresión lineal para cada sujeto y usar esta regresión individual para calcular los valores objetivos de % de HR máx. Luego, pueden ser determinados los valores promedio para el grupo.

Finalmente, solo una de las investigaciones previas (4) estudio la relación en las mujeres. Y esta investigación solo fue capaz de hacer comparaciones indirectas con las relaciones previamente determinadas en hombres, ya que hombres y mujeres no han sido nunca evaluados en el mismo estudio.

Por estas razones, sentíamos que debería ser realizada una nueva investigación acerca de la relación % HR máx. vs. % VO<sub>2</sub> máx., de modo que las frecuencias cardíacas objetivo recomendadas pudieran ser medidas directamente, y de modo que si existiera una diferencia entre sexos, pudiera ser determinada.

Un segundo aspecto en el estudio fue determinar si la aptitud física de los sujetos influencia la determinación de estas frecuencias cardíacas objetivo.

## METODOS

---

### Sujetos

Ochenta y un hombres y 81 mujeres se ofrecieron voluntariamente y completaron el estudio. Fue obtenido un consentimiento informado por escrito de acuerdo a los lineamientos del comité de revisión institucional de la universidad. Los criterios de inclusión para la participación fueron los siguientes: 1) tener entre 18 y 34 años de edad, y 2) ser aparentemente sano sin ningún factor de riesgo cardiovascular (1). Las características de los sujetos son presentadas en la Tabla 1.

|  | Media | Desvío Estándar | Intervalo  |
|--|-------|-----------------|------------|
| <b>Hombres</b>   |       |                 |            |
| Edad (años)  | 24    | 1               | 18-34      |
| Talla (cm)   | 181   | 1               | 165-206    |
| Peso (kg)  | 81,8  | 1,3             | 59,5-115,0 |
| Grasa Corporal (%)   | 14    | 1               | 2-33       |
| RER máx.   | 1,21  | 0,01            | 1,10-1,46  |
| Tiempo en la Cinta (min)                                       | 13,8  | 0,2             | 10,0-19,1  |
| VO <sub>2</sub> máx. (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 49,9  | 0,9             | 33,2-68,7  |
| HR máx. (lat./min)   | 191   | 1               | 160-210    |
| <b>Mujeres</b>   |       |                 |            |
| Edad (años)  | 25    | 1               | 18-34      |
| Talla (cm)   | 163   | 1               | 135-180    |
| Peso (kg)  | 58,4  | 0,8             | 42,3-81,6  |
| Grasa Corporal (%)   | 23    | 1               | 12-36      |
| RER máx.   | 1,20  | 0,01            | 1,10-1,58  |
| Tiempo en la Cinta (min)                                       | 11,3  | 0,2             | 8,2-16,5   |
| VO <sub>2</sub> máx. (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 40,1  | 0,8             | 28,9-63,1  |
| HR máx. (lat./min)   | 194   | 1               | 170-207    |

**Tabla 1.** Características físicas de los sujetos.

## Protocolo

Fueron medidas la talla, peso y grosor de los pliegues cutáneos, esta última medición para estimar el % de grasa (9). Los sujetos fueron luego preparados para el monitoreo electrocardiográfico con 2 derivaciones usando un sistema telemétrico on-line.

Se instruyó a los sujetos acerca de cómo caminar en la cinta y luego se les colocó una máscara para la cara Hans-Rudolph para la recolección de los gases espirados. Los sujetos realizaron un test incremental de ejercicio usando el protocolo de Bruce (2), y se instruyó a los sujetos a que no tomaran los agarres de la cinta, excepto como una indicación para detener el test.

La frecuencia cardiaca fue monitoreada continuamente, y registrada a través de los últimos 10 s de cada minuto del protocolo de Bruce, así como durante los 10 s finales del ejercicio. La ventilación, el consumo de oxígeno, la producción de dióxido de carbono y el índice de intercambio respiratorio (RER) fueron calculados para cada período de 20 s de ejercicio mediante un dispositivo Sormedics 2900 y promediados para cada minuto del ejercicio. El dispositivo fue calibrado con gases de concentración conocida antes de cada test. Los sujetos fueron alentados para que se ejercitaran hasta el agotamiento, y el mayor VO<sub>2</sub> a través de cualquier minuto continuo de ejercicio fue clasificado como VO<sub>2</sub> máximo, a condición de que el RER igualara o excediera 1,10.

## Análisis Estadísticos

Cada valor de 1 min de HR y VO<sub>2</sub> fue expresado como un porcentaje de su máximo. Fueron realizadas regresiones lineales para cada uno de los 162 individuos usando puntos de datos apareados a partir del final de cada etapa de 3 min del protocolo de Bruce y al máximo, siendo elegido el %VO<sub>2</sub> máx. como la variable independiente. Usando regresiones lineales individuales, fue determinado el %HR máx. correspondiente al 40, 60, 80 y 85% del %VO<sub>2</sub> máx. para cada uno de los 162 sujetos.

Los estadísticos de tendencia central y dispersión [media ± desvío estándar (DS)] fueron entonces calculados para el grupo de hombres y para el grupo de mujeres. Estos valores fueron comparados con los usados por el ACSM (i.e., 55, 70, 85 y 90%, respectivamente) usando un test t de Student, siendo designado el valor del ACSM como una norma poblacional.

Para evaluar cualquier posible influencia del sexo y la aptitud física, las mujeres y hombres fueron subdivididos en grupos de aptitud física alta, media y baja, integrados por 27 sujetos cada uno, en base a una clasificación teniendo en cuenta sus valores de VO<sub>2</sub> máx. Los valores de %HR máx. alcanzados por cada sujeto a cuatro porcentajes asignados de su VO<sub>2</sub> máx. fueron comparados entre los grupos con ANOVA 2 x 3 x 4, el cual fue seguido de un test post-hoc Tukey. Para todos los

tests estadísticos, el nivel de significancia fue establecido a un nivel alfa de 0,05.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 es presentado un resumen de las características fisiológicas de los sujetos, determinadas a partir de sus tests máximos de ejercicio.

El promedio ( $\pm$ DS) de 81 regresiones lineales de los hombres fue: % HR máx. =  $(0,643 \pm 0,010) \cdot \%VO_2 \text{ máx.} + (36,8 \pm 1,3)$ , con  $r = 0,988 \pm 0,001$ ; y para las mujeres fue: HR máx. =  $(0,628 \pm 0,014) \%VO_2 \text{ máx.} + (39,0 \pm 1,3)$ , con  $r = 0,977 \pm 0,010$ .

Los porcentajes de la HR máx. que fueron obtenidos por los sujetos a los porcentajes designados del  $VO_2 \text{ máx.}$  son ilustrados en la Figura 1. Tanto para los hombres como para las mujeres, los valores de % HR máx. fueron significativamente ( $p < 0,001$ ) mayores que los valores usados por el ACSM a todos los niveles de  $\%VO_2 \text{ máx.}$  La discrepancia fue de aproximadamente 8 puntos de porcentaje al 40% del  $VO_2 \text{ máx.}$  (63% HR máx. vs. 55 HR máx.) y cayó a 2 puntos de porcentaje al 85% del  $VO_2 \text{ máx.}$  (92% HR máx. vs. 90% HR máx.).

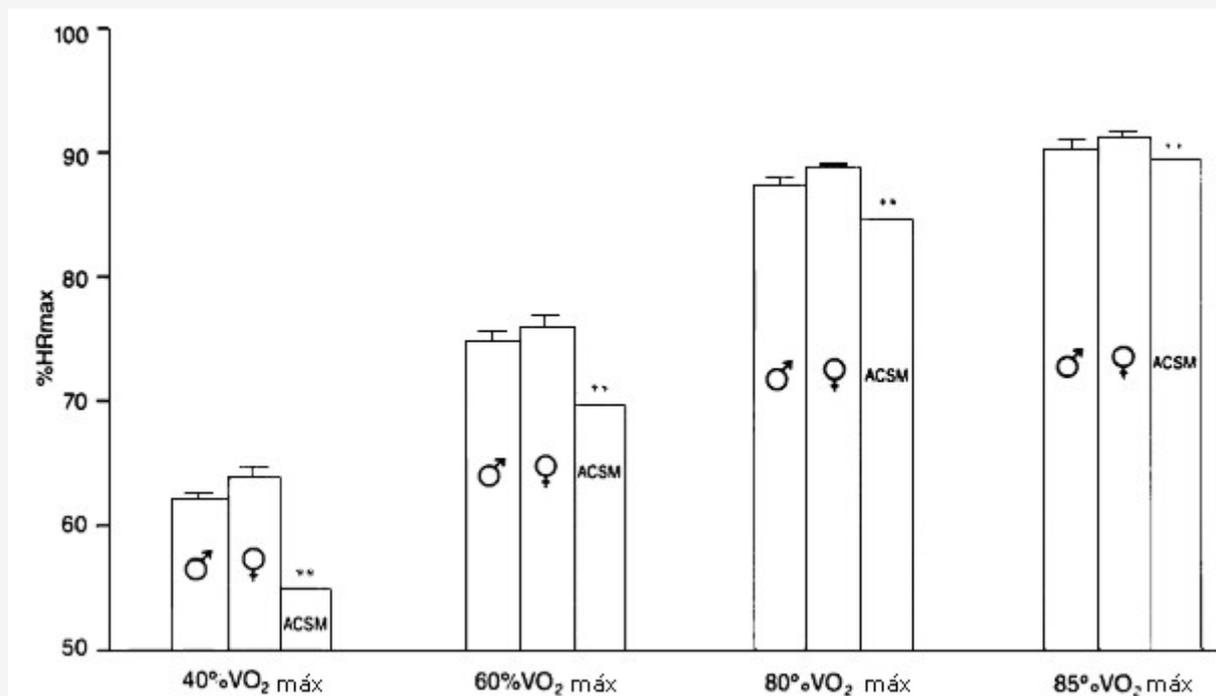
Los valores de %HR máx. para las mujeres promediaron un punto de porcentaje más alto que los de los hombres a cada intensidad de ejercicio. Sin embargo, el índice F para el efecto del sexo no fue significativo, aunque pareció haber una tendencia ya que el valor p fue menor a 0,10.

Los valores promedio  $\pm$ DS de  $VO_2 \text{ máx.}$  de los tres grupos de aptitud física fueron:  $59,2 \pm 0,7$ ,  $49,7 \pm 0,5$ , y  $40,7 \pm 0,6$  mL.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> para los hombres; y  $47,9 \pm 1,0$ ,  $39,4 \pm 0,4$ , y  $33,1 \pm 0,5$  mL.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> para las mujeres. Los valores de % HR máx. alcanzados por estos grupos diferentes desde el 40-85% del  $VO_2 \text{ máx.}$  son presentados en la Tabla 2. Fue encontrado un índice F significativo para un efecto total de la aptitud física en los resultados. Específicamente, el grupo de alto nivel de aptitud física entre los hombres obtuvo un %HR máx. que fue aproximadamente dos puntos de porcentaje más alto que el del grupo de bajo nivel de aptitud física a todos los niveles del  $\%VO_2 \text{ máx.}$  estudiados. El efecto entre las mujeres no fue tan fuerte (Tabla 2) aunque el ANOVA no reveló una interacción sexo x nivel de aptitud física.

|                | 40%               | 60%               | 80%              | 85%            |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------|
| <b>Hombres</b> |                   |                   |                  |                |
| Total          | 62,5 $\pm$ 0,6    | 75,4 $\pm$ 0,5    | 88,2 $\pm$ 0,3   | 91,5 $\pm$ 0,3 |
| Nivel Alto     | 63,7 $\pm$ 1,1 ** | 76,4 $\pm$ 0,8 ** | 89,1 $\pm$ 0,5 * | 92,3 $\pm$ 0,3 |
| Nivel Medio    | 62,9 $\pm$ 1,0 *  | 75,6 $\pm$ 0,7    | 88,3 $\pm$ 0,5   | 91,5 $\pm$ 0,4 |
| Nivel Bajo     | 60,9 $\pm$ 1,2    | 74,1 $\pm$ 0,8    | 87,3 $\pm$ 0,6   | 90,6 $\pm$ 0,5 |
| <b>Mujeres</b> |                   |                   |                  |                |
| Total          | 63,9 $\pm$ 0,8    | 76,4 $\pm$ 0,6    | 88,9 $\pm$ 0,5   | 91,9 $\pm$ 0,5 |
| Nivel Alto     | 64,3 $\pm$ 1,1    | 76,6 $\pm$ 1,1    | 89,0 $\pm$ 1,3   | 92,1 $\pm$ 1,3 |
| Nivel Medio    | 64,8 $\pm$ 1,2 ** | 77,0 $\pm$ 0,8    | 89,7 $\pm$ 0,4   | 92,3 $\pm$ 0,3 |
| Nivel Bajo     | 62,6 $\pm$ 1,4    | 75,7 $\pm$ 1,1    | 88,1 $\pm$ 0,5   | 91,3 $\pm$ 0,4 |

**Tabla 2.** %HR máx. a los %  $VO_2 \text{ máx.}$  indicados para cada uno de los grupos con diferente nivel de aptitud física.

Solo hay que cambiar max por máx., ese es el único cambio que hay que hacer.



**Figura 1.** Porcentaje de la HR máx. alcanzada por los sujetos a los porcentajes indicados del VO<sub>2</sub> máx. \*\* Diferencias significativas entre los estándares del ACSM y los valores de tanto los hombres como las mujeres ( $p < 0,001$ ).

## DISCUSION

El principal hallazgo de este estudio fue que hombres jóvenes, adultos y aparentemente sanos promediaron un 63% de su frecuencia cardiaca máxima cuando estaban en el 40% de su máximo consumo de oxígeno y promediaron el 92% de su frecuencia cardiaca máxima cuando estaban al 85% de su máximo consumo de oxígeno. Estos valores de frecuencia cardiaca son significativamente mayores que el 55 y 90% recomendado por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (1), y que presentan un uso muy difundido para la prescripción del ejercicio. Los 8 puntos de porcentaje de discrepancia en el %HR máx. al 40% del VO<sub>2</sub> máx. representa un 15% de incremento en el valor del ACSM (8/55), mientras que la discrepancia de 2% al 85% del VO<sub>2</sub> máx. representa solo un incremento de 2% (2/90). La menor diferencia a intensidades más altas es esperada, ya que la regresión del ACSM y la regresión promedio de este estudio se aproximan en el punto final de 100 %HR máx. al 100 %VO<sub>2</sub> máx. También debe ser señalado que las recomendaciones del ACSM están destinadas a toda la población adulta, mientras que el presente estudio está limitado a una población de adultos aparentemente sanos de 18-34 años de edad.

Ningún estudio previo ha medido directamente los valores de %HR máx. a intensidades específicas del VO<sub>2</sub> máx. Estudios previos han determinado regresiones lineales para %HR máx. y %VO<sub>2</sub> máx., a partir de las cuales han sido realizadas estimaciones del %HR máx. Tal como se discutió previamente en este estudio, estas estimaciones previas pueden ser inexactas debido a la matemática implicada.

La inexactitud de estas estimaciones previas no refleja un diseño pobre de los estudios originales, sino una aplicación inapropiada de los mismos. Todos los estudios menos uno (ref. 6) usaron el %HR máx. como variable independiente en el análisis de regresión. Esta elección es cuestionable, ya que la frecuencia cardiaca no provoca el consumo de oxígeno de todo el cuerpo, mientras que el consumo de oxígeno es claramente un factor determinante de la demanda para la frecuencia cardiaca. Además, si el % HR máx. es elegido como variable independiente, la ecuación de regresión resultante no puede ser usada para estimar el %HR máx. a niveles dados de % VO<sub>2</sub> máx. Nosotros elegimos al % VO<sub>2</sub> máx. como variable independiente, lo cual nos permitió estimar valores objetivo de %HR máx. para los propósitos de prescripción del ejercicio.

Un problema adicional en todos los estudios previos es que los datos de muchos individuos fueron combinados para producir una regresión de un solo grupo. Este procedimiento elimina la variabilidad individual de los resultados. El error

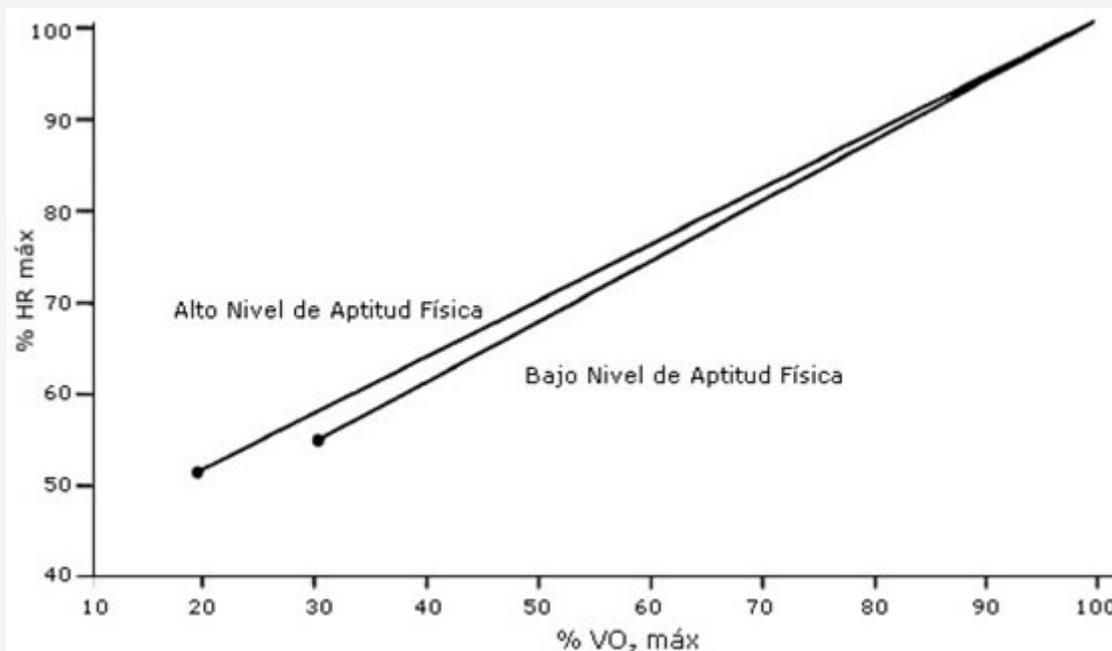
implicado es similar al hecho de que el producto de dos promedios no necesariamente es igual al promedio de una serie de productos, i.e.:  $(\Sigma a_i/n) \cdot (\Sigma b_i/n) \neq (\Sigma a_i b_i/n)$ . Para reflejar en forma exacta la variabilidad de los datos, debería ser usado el último término. Nosotros realizamos regresiones para cada sujeto, y usamos estas regresiones para determinar los valores de HR máx. de cada sujeto a las intensidades objetivo de % VO<sub>2</sub> máx.

Entre los trabajos previos, solo uno estudió la relación %HR máx. vs. % VO<sub>2</sub> máx. en mujeres (4), mientras que muchos lo han hecho en hombres, 3, 5-8, 10, 11). Este es el primer trabajo que estudió la relación en hombres y mujeres usando los mismos procedimientos y marco de laboratorio. No hubo ninguna diferencia significativa entre las respuestas de la frecuencia cardiaca de las mujeres y los hombres, aunque fue observada una tendencia ( $p < 0,10$ ) hacia valores ligeramente mayores (1%) entre las mujeres a cualquier nivel del %VO<sub>2</sub> máx. Aun si se confirmara en estudios subsiguientes, una diferencia tan pequeña es insignificante para el desarrollo de prescripciones de ejercicio.

Fueron observadas diferencias entre los grupos en el %HR máx. obtenido a niveles dados del % VO<sub>2</sub> máx. Para alcanzar un porcentaje dado del VO<sub>2</sub> máx., los sujetos con altos niveles de aptitud física tuvieron que alcanzar un porcentaje más alto de HR máx. que los individuos con menor nivel de aptitud física. Franklin et al. (4) demostraron previamente que el acondicionamiento cardiovascular en un grupo de mujeres, causó un desplazamiento en su regresión de %HR máx. y % VO<sub>2</sub> máx. El desplazamiento resultó en un mayor %HR máx. a un dado % VO<sub>2</sub> máx. en el nivel de acondicionamiento más alto, apoyando los hallazgos del presente estudio.

La influencia de la aptitud física puede ser explicada en una base matemática. Teniendo en cuenta que los individuos bien entrenados tienen altos valores de VO<sub>2</sub> máx., su VO<sub>2</sub> a una dada carga de trabajo submáxima representa un menor porcentaje del VO<sub>2</sub> máx. que para aquellos sujetos menos entrenados. Por ejemplo, el primer minuto del protocolo de Bruce provocó el 20% del VO<sub>2</sub> máx. para los hombres mejor entrenados en este estudio, y provocó el 30% del VO<sub>2</sub> máx. para los hombres menos entrenados (Figura 2). Esto desplaza la regresión de los hombres de alto nivel de aptitud física hacia la izquierda de la regresión de los hombres de menor nivel de aptitud física. Los hombres de alto nivel de aptitud física también tenían una menor frecuencia cardiaca en estas cargas de trabajo submáximas, lo cual compensa parcialmente el desplazamiento; sin embargo, el resultado global es que los hombres más entrenados alcanzan un mayor % HR máx. a cualquier carga de trabajo relativa (%VO<sub>2</sub> máx.) en comparación con los hombres menos entrenados.

Aunque la influencia de la aptitud física fue estadísticamente significativa, fue cuantitativamente pequeña. Podría no ser suficientemente importante para considerar el desarrollo de prescripciones de ejercicio, excepto en una base individual.



**Figura 2.** Promedio de 27 regresiones lineales en los hombres con alto nivel de aptitud física [%HR máx. =  $(0,636 \pm 0,017) \cdot \% \text{VO}_2 \text{ máx.} + (38,2 \pm 1,7)$ , con  $r = 0,987 \pm 0,002$ ] y de 27 regresiones lineales en los hombres con bajo nivel de aptitud física [%HR máx. =  $(0,659 \pm 0,017) \cdot \% \text{VO}_2 \text{ máx.} + (34,6 \pm 1,8)$ , con  $r = 0,991 \pm 0,002$ ]. Los puntos de origen para las rectas representan los valores promedio alcanzados durante el primer minuto del protocolo de Bruce.

## Limitaciones

Tal como se describe en los métodos, los valores objetivo de %HR máx. fueron derivados a partir de análisis de regresión lineal de los datos de ejercicio incremental de cada sujeto, de manera opuesta al enfoque alternativo de intentar alcanzar el estado estable de los sujetos a niveles específicos del % VO<sub>2</sub> máx. y la medición de los valores resultantes de %HR máx. El uso de regresión lineal para interpolar los valores de %HR máx. introduce una fuente de error. Sin embargo, cada sujeto exhibió un coeficiente de correlación bien arriba de 0,9, siendo el coeficiente de correlación promedio de 0,988 para los hombres y 0,977 para las mujeres (tal como es reportado en los resultados). Así, las rectas de regresión fueron extremadamente buenas, proporcionando estimaciones altamente exactas del %HR máx. En base a estos coeficientes de correlación y al n característico para la regresión de cada sujeto y a los valores representativos del error estándar de y, se estimo que el error de estimación estándar (SEE) de las regresiones individuales fue de 2 a 3 unidades de %HR máx.

Es improbable que un enfoque más general, en donde se hubiera intentado alcanzar el estado estable de cada sujeto en los niveles previamente descritos de % VO<sub>2</sub> máx. hubiera resultado en datos de frecuencia cardíaca más exactos. Por ejemplo, cuando se espera que el sujeto esté al 40% del VO<sub>2</sub> máx., en realidad puede estar entre el 37 y el 43% del VO<sub>2</sub> máx., lo cual introduce una fuente de error. Aun si cada sujeto pudiera situarse precisamente en el 40% del VO<sub>2</sub> máx. (y luego en el 60, 80 y 85%), los valores de % HR máx. en "estado estable" resultantes, todavía acarrearían una fuente de error inherente, i.e., cada valor de %HR máx. sería en realidad un promedio de varias mediciones y podrían ser considerados más correctamente como un promedio y tener asociado un error estándar. Así es dudoso que tal enfoque pudiera proporcionar datos de frecuencia cardíaca más exactos que los del método de regresión usado en el presente estudio.

Existe una pregunta más que plantea que si los valores de frecuencia cardíaca obtenidos en un test incremental de ejercicio proporcionan un verdadero reflejo de los datos obtenidos bajo condiciones de carga de trabajo constante. Esta complicación fue tenida en cuenta en el presente estudio usando los datos del final de cada etapa de 3 min del protocolo de Bruce (y el máximo), en vez de datos de cada minuto, para derivar las regresiones. Mientras que 3 min pueden ser insuficientes para establecer un verdadero "estado estable", proporcionan una aproximación razonable que es frecuentemente empleada en la literatura.

Así, los métodos del presente estudio contienen fuentes de error inherentes que deben ser consideradas en su interpretación. Para los conocimientos de los autores, este es el primer estudio reportado en la literatura que valoró directamente las frecuencias cardíacas objetivo recomendadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte.

## Conclusiones

Los %HR máx. alcanzados por adultos jóvenes aparentemente sanos al 40, 60, 80 y 85% del VO<sub>2</sub> máx. fueron substancialmente más altos que los valores actualmente recomendados como frecuencias cardíacas objetivo para el desarrollo de la aptitud cardiorrespiratoria. Debería ser considerado el uso de los valores obtenidos en este estudio, i.e., 63, 76, 89 y 92% de HR máx.

Deberían ser estudiadas poblaciones con una baja capacidad funcional, tales como los ancianos y los pacientes cardíacos, para obtener así tener una evaluación de esta relación en cada grupo específico. Entre los adultos jóvenes en este estudio, fue observado un efecto de aptitud física que puede ser evidente también en otras poblaciones.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los sujetos, por su participación. Agradecemos también a Paul A. Bailey, Philip G. Hile, Michael D. Sauvageot, Deborah A. Stevenson, y Rebecca Plumier por su ayuda con la recolección de datos, y al Dr. Wayne G. Taylor por su ayuda con el análisis de los datos.

## Dirección para el Envío de Correspondencia

David P. Swain, Ph.D., Director del Wellness Institute and Research Center, Old Dominion University, Norfolk, VA 23529-0196.

## REFERENCIAS

1. American Collage of Sports Medicine (1991). Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 4th Ed. *Philadelphia: Lea and Febiger pp. 6, 95-100*

2. Bruce, R. A (1977). Exercise testing for ventricular function. *N. Engl. J. Med.* 296: 671-675
3. Fardy P., D. Wrbb, and H. K. Hellerstein (1977). Benefits of arm exercise in cardiac. *Physician Sportsmed.* 5: 30-41
4. Franklin, B. A., J. Hodgson, and E. R (1980). Buskirk. Relationship between percent maximal O2 uptake and percent maximal Herat rate in women. *Res. Q.* 51: 616-624
5. Hellerstein, H. K., E. Z. Hirsch, R. Ader, N. Greenblott, and M. Sigel (1973). Principles of exercise prescription. In: Exercise testing and exercise Training in Coronary Heart Disease. *Orlando, FL: Academic Press, pp. 129-167*
6. Hossack, K. F., R. A. Bruce, and L. J. Clark (1980). Influence of propranolol on exercise prescription heart rates. *Cardiology* 65: 47-58
7. Katch V., Weltmann, S. Sady, and P. Freedson (1978). Validity of the relative percent concept for equating training intensity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 39: 219-227
8. Londeree, B. R. and S. AAmes (1976). Trnd análisis of the %VO2 máx. HR regression. *Med. Sci. Sports* 8: 122-125
9. Pollock, M. L., D. H. Schmidt, and A. S. Jackson (1980). Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. *Compr. Ther.* 6: 12- 27
10. Saltin, B., G. Blomqvist, J. H. Mitchell, R. L. Jonson, K. Wildenthal, and C. B. Chapman (1968). Response to exercise alter bedrest and alter training. *Circulation* 37 and 38 (Suppl. 7): 1-78
11. Skinner, J. S. and L. W. Jankowski (1974). Individual variability in the relationship between Herat rate and oxygen intake. *Med. Sci. Sports* 6: 68

### **Cita Original**

Swain, David P., Kimberley S. Abernathy, Carla S. Smith, Shirley J. Lee and Shelly A. Bunn. Target Heart Rates for Development of Cardiorrespiratory Fitness. *Med. Sci. Sports. Excerc.*; 26 (1): 112-116, 1994.